

# Aménagement intégré des forêts naturelles des zones tropicales sèches de l'Afrique de l'Ouest

**Actes du séminaire international**

16 au 20 novembre 1998 à Ouagadougou (Burkina Faso)



# Détermination de la productivité des formations savaniques

---

Malick Ladjy Sylla\*, Yves Nouvellet\*\*

## Résumé

S'il est facile de définir la production totale d'un massif savanique, il n'en est pas de même en ce qui concerne sa productivité. Au Mali, les quelques essais qui ont été implantés à l'occasion n'ont fourni à nos jours aucune indication sur l'accroissement des peuplements savaniques susceptible d'être prise en compte.

Sur la base d'analyses bibliographiques se rapportant aux comparaisons d'inventaires, un modèle mathématique fut défini à partir de la pluviométrie et du type de peuplement traduit par le recouvrement.

## Introduction

Dans la zone semi-aride en général et au Mali en particulier, le développement des forêts naturelles à travers l'aménagement n'a pas été une préoccupation prioritaire des responsables. Ceux qui évoquaient l'idée d'aménagement prêtaient à sourire pour trois raisons :

- les forêts ne renferment pas de produits de valeur pour être attractives ;
- l'exploitation du bois de feu n'est soumise qu'à la seule réglementation de taxation ;
- l'insuffisance d'information sur l'opportunité d'aménagement des forêts naturelles.

C'est ainsi qu'après beaucoup de tentatives, les domaines classés furent ouverts à des traitements transitoires : transformation par des reboisements industriels, enrichissements, etc.

Les actions entreprises dans ces plantations de grande envergure, lourdes en investissements, ont connu maints échecs et ont mis à nu des problèmes très complexes dans un contexte économique fort défavorable. Ainsi, le souhait de voir intégrer les besoins essentiels des populations villageoises aux programmes de développement a poussé les décideurs, les bailleurs de fonds et les forestiers à s'orienter vers l'aménagement des forêts naturelles.

Une telle initiative a suscité de nombreuses investigations dans l'évaluation de la production des forêts à travers des inventaires nationaux, régionaux et locaux. Ces études, si elles constituent un apport de valeur inestimable à la connaissance des potentialités ligneuses des peuplements et de leur composition floristique, ne répondent cependant pas aux exigences d'une étude dynamique : quelle est la vitesse d'accroissement des peuplements naturels par hectare et par an ? Comment l'évaluer et l'améliorer ? SYLLA (1987), BAGNOUD (1995), CLÉMENT (1982), MOREL (1979).

\*Cirad-forêt B.P. 1813 Bamako (Mali).

\*\* Institut de l'environnement et de recherches agricoles  
Département productions forestières (INERA/DPF)  
03 B.P. 7047 Ouagadougou 03 (Burkina Faso).

Par rapport aux techniques utilisées, il existe une grande variabilité d'une institution à l'autre. Ainsi, il n'est pas aisé d'effectuer d'éventuelles comparaisons d'inventaires permettant de déterminer avec précision la productivité des formations naturelles.

Dans l'optique d'un aménagement raisonné des forêts pour une gestion intégrée et durable de la ressource naturelle dans le respect de l'environnement, quelques dispositifs expérimentaux sur l'évolution des peuplements naturels ont été implantés dans les pays concernés par les institutions de recherche et de formation et/ou par les opérations de développement.

## Essais menés au Mali

De nombreuses synthèses sur la productivité des formations naturelles ont été réalisées SYLLA (1987, 1992, 1994, 1996) ; JOUVANCEAU (1961), DOUMBIA (1993).

La synthèse ayant principalement marqué la littérature est celle de CLÉMENT (1982) qui définit la productivité des peuplements savanicoles à partir de la pluviométrie. MOREL (1979) l'a définie à partir de la surface terrière et de la pluviométrie de la station.

SYLLA a abordé le problème par comparaison d'inventaires réalisés dans des conditions identiques au sein de certains projets de développement : Opération aménagement et production forestière (OAPF), Opération aménagement de la région de Sikasso (OARS), Projet aménagement des forêts classées de Ségou (PAFCS), Projet FAO/Sikasso...

PARKAN (1984), en faisant le bilan de l'évolution des disponibilités des zones couvertes par le projet, a procédé à des simulations pour définir la productivité de ces zones.

Le Projet foresterie de la région de Sikasso, dans son programme « Inventaire et plan d'aménagement » s'est contenté de la formule élaborée par Clément pour définir la productivité des forêts classées de la région.

Le Projet inventaire des ressources ligneuses (PIRL) a de même limité ses investigations en la matière à une simple application du modèle de Clément.

Au Mali, à vrai dire, il n'y a eu que deux essais se rapportant à l'étude dynamique des peuplements savanicoles.

Essai du Département des Eaux et Forêts de l'IPR de Katibougou dans le domaine de la Faya, 1984

### Objectifs

- Étudier la réaction des différentes espèces après coupe sans protection.
- Déterminer la productivité des peuplements savanicoles.

### Protocole

À partir d'un réseau d'unités d'inventaire (380), il a été tiré 53 dont les arbres ont fait l'objet d'abattage, de cubage et de pesée. Trois années après la coupe, en 1987, un inventaire y a été réalisé pour apprécier les régénérations et leur productivité (SANOGO, 1987). Depuis, le suivi des unités n'est plus régulier.

Essai sur le régime du taillis et du taillis sous futaie implanté en 1988 par l'OARS/IER dans la forêt classée de Farako

### Objectif

Étudier l'évolution de la végétation et de la productivité en bois de chauffe et en bois d'œuvre des savanes dans les conditions soudano-guinéennes en régime de taillis simple et de taillis sous futaie.



## Protocole

Pour chaque régime, le protocole retenu comporte 4 traitements :

- parcelles désherbées ;
- parcelles enherbées ;
- feux précoces ;
- jachères récentes.

À nos jours, aucune indication sur la productivité n'a été donnée. Pire, il est même question d'abandonner l'essai.

Ces informations sur le Mali, bien qu'estimatives, ont le mérite de refléter la réalité car issues de dispositifs n'ayant bénéficié d'aucune mesure de protection, comme c'est le cas avec les peuplements naturels après exploitation.

BAGNOUD (1996), dans le cadre de l'Appui à la recherche forestière de Sikasso, a mené des investigations sur l'estimation de la productivité des formations naturelles sur la base des critères paysans, à savoir :

- le type de sol ;
- la physionomie de la végétation : hauteur dominante des arbres ;
- l'état de dégradation : degré de recouvrement et rapport arbres et arbustes.

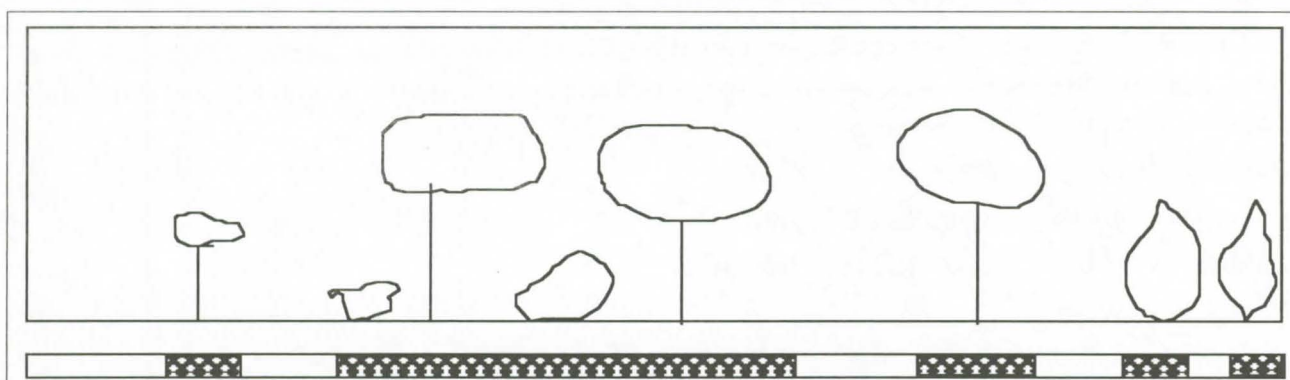
Certes, si la méthode a l'avantage d'associer le paysan à l'estimation de la productivité, elle devient prohibitive, voire non pratique par le nombre de paramètres à prendre en compte dans l'estimation, contrairement à ce qu'évoquent les auteurs. Cela explique que nous n'ayons pu exploiter les résultats de ces études.

Par ailleurs, l'Atelier de planification de la recherche forestière en zone sahélienne et soudanienne organisé par l'IUFRO en 1986 à Nairobi (Kenya) a ainsi estimé globalement la productivité de la forêt naturelle :

- 0,5 à 1,5 m<sup>3</sup>/ha/an pour la zone de pluviométrie 600 – 800 mm ;
- 0,10 à 0,75 m<sup>3</sup>/ha/an pour la zone 400 – 600 mm de pluie.

## Caractérisation des peuplements étudiés

Pour ce faire, nous avons pris en compte, en plus de la hauteur des arbres, la densité du couvert traduite par le recouvrement. Il s'agit en fait du pourcentage de superficie qui est recouverte par la projection des couronnes (houppier) des arbres et des arbustes sur le sol. Dans l'image ci-dessous tirée, de BAGNOUD (1995), la répartition entre le noir (recouvert) et le blanc (non recouvert) est le degré de couverture totale. Dans cet exemple, le recouvrement est estimé à 50 %.



**Schéma.** Répartition entre le recouvert et le non recouvert.

Ainsi, dans les bassins d'approvisionnement de Bamako et de Ségou, il a été identifié les formations suivantes : formations boisées et arborées.

## Formations boisées

Nous résumons sous cette nomenclature les taches de forêts claires, les savanes boisées et, éventuellement les cordons de galeries forestières. Il s'agit en clair des peuplements couverts par des arbres (d'une hauteur généralement supérieure à 10 m) et des arbustes dont les cimes sont plus ou moins jointives ; l'ensemble du couvert demeure clair. Le recouvrement est compris entre 50 et 70 %. La strate de graminées est parfois peu dense ou en mélange avec une autre végétation herbacée et suffrutescente. Les galeries sont des formations tributaires des cours d'eau, mais demeurent un milieu assez fragile.

Ces formations caractérisent globalement les zones à pluviométrie supérieure à 800 mm, Bougouni, Yanfolila, Kati, Koumantou, Kangaba, Kita, Dioïla, Faragouanra, Négala, Dogo, Siby, etc.

## Formations arborées

Ce sont des peuplements composés d'arbres (hauteur dépassant rarement 8 m) et d'arbres disséminés dans un tapis herbacé assez dense. Ces formations sont souvent ponctuées de taches de boisements grégaires et quelquefois de dépressions. Le recouvrement est entre 30 et 50 %. Ces peuplements dominent les zones à pluviométrie généralement inférieure à 800 mm : Koutiala, Macina, Koulikoro, Banamba, Kolokani, Barouéli, Bla, Konobougou, Niono, Ségou, etc.

Sur le terrain, nos observations directes retiennent un « certain façonnage des paysages végétaux ».

En effet, dans les zones à faible densité de population, la demande en bois-énergie est facilement satisfaite par une exploitation sélective. Dans ces zones existent des réserves appréciables de bois-énergie. Par exemple :

- zone de Kolokani : secteurs de Warabougou, Djimidiane, Sikoroni, etc. ;
- zone de Ouélessébougou : secteur de Sankama, Guéréko, Soumaya, Djemïne, etc. ;
- zone de Bougouni - Yanfolila ;
- zone de Katiéna et Dioro ;
- zone de Massigui est : secteurs de Bamanantou, Bolé, Toukoro ;
- zone de Dioïla : secteurs de N'Tiala et Douma.

Par contre, dans les zones à forte densité de population, l'exploitation du bois-énergie à bandes, le long des voies de communication ne laisse sur place que de rares essences impropres au feu. Cet état de fait est aisément identifiable sur les axes :

- Bamako - Fana - Bla - Koutiala ;
- Bamako - Koulikoro - Sirakola - Banamba ;
- Bamako - Ouélessébougou - Kéléya - Bougouni ;
- Bamako - Kangaba.



# Méthodologie de détermination de la productivité

## Paramètres qui influencent la productivité

En fait, la pluviométrie est un facteur déterminant pour la croissance des peuplements. Cependant, sous le même isohyète, de nombreux autres paramètres influencent l'accroissement. On peut citer : le type de sol qui imprime à un peuplement sa physionomie (structure, densité, stature...), le recouvrement, grandeur tributaire de la densité, qui est facile à apprécier à vue et, de ce fait, a été retenu, en plus de la pluviométrie comme deuxième paramètre susceptible de mieux modéliser la productivité. Le tableau ci-dessous résume les données obtenues.

Tableau I. Productivité déterminée des formations naturelles au Mali.

Auteur ou structure	Titre document ou institution	Productivité m³/ha/an	Pluie mm	Recouvrement %
Sylla M. L. et Projet FAO/Sikasso, 1994	Détermination de la productivité	0,754	1 100	40
	du domaine de Farako/	1,474	1 100	50
	Comparaison d'inventaires.	1,804	1 100	55
Sylla M. L. et Projet FAO/Sikasso, 1992	Détermination de la productivité Cas du domaine classé de Kaboïla.	1,113	1 150	55
Sylla M. L. et Sanogo S, 1987	Étude de productivité des peuplements savaniques après coupe sans protection. Faya.	0,489	858	55
Parkan J. FAO, 1986	Bilan d'évolution des disponibilités en bois.	1,000	750	50
		1,500	750	55
Sylla. M. L. et PAFCS, 1996	Détermination de la productivité par comparaison d'inventaire 1991-1996. Cas de Diaka.	0,453	706	30
Sylla M. L. et OAPF, 1996	Estimation de la productivité par comparaison d'inventaires 1990-1996. Faya.	0,361	858	30
		0,869	858	40
		1,374	858	55
		1,224	858	55
Doumbia I., 1993	Comparaison des résultats d'inventaires 1989-1992. Cas, de la forêt de Tienfala.	0,607	875	30
Adamou A. et PAFCS, 1996	Comparaison d'inventaires de la forêt de Doukoloba.	0,743	762	40
		1,082	762	55
Sylla M. L., 1996	Estimation de la productivité Comparaison d'inventaires : cas de la forêt de Koulala.	0,450	650	40
Cantonnement Koutiala, 1994	Comparaison d'inventaires.	0,451	750	30

Résultats obtenus : modèle mathématique

À partir des données sur la productivité engrangées au Mali, nous avons cherché la meilleure corrélation entre la productivité et les paramètres pluviométrie et recouvrement. Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel STATITCF, le choix définitif d'entrées, à partir de la matrice de corrélation.

Tableau II. Matrice de corrélation totale.

	i	p	p	pr	pr <sup>2</sup>
i	1,000				
p	0,467	1,000			
r	0,886	0,309	1,000		
pr	0,859	0,759	0,848	1,000	
pr <sup>2</sup>	0,898	0,623	0,925	0,981	1,000

Le modèle mathématique retenu après test de plusieurs autres est de la forme :

$$i = ae^{b \cdot pr^2}$$

où :

- i = productivité (m³/ha/an)
- P = pluviométrie annuelle moyenne exprimée en mm
- r = recouvrement exprimé en %
- a et b = constantes à définir
- Pr² = pluviométrie x recouvrement au carré
- e = fonction exponentielle

Après calcul, l'équation retenue est :

$$i = 0,3699e^{3,1652 Pr^2r}$$

Coefficient de détermination R² = 0,95

Les données issues de l'application de cette équation convergent beaucoup avec celles obtenues dans les pays voisins évoluant dans les mêmes conditions : non protection contre les animaux, le feu, etc.

Ce manque de protection affecte beaucoup la productivité. Au Mali, en fait, après exploitation du bois en milieu paysan aucune stratégie particulière n'est prise pour protéger les peuplements des feux et du bétail. Ainsi, on peut affirmer que les données sur la productivité du tableau III ci-contre reflètent une « certaine réalité ». À ce propos, CATINOT, cité dans BAGNOUD 1995, avance que « la productivité des savanes aménagées et protégées des feux durant 3 ans qui suivent leur régénération s'échelonne, selon les stations et la pluviosité, de 1 à 1,5 m³/ha/an en zone sahélo-soudanienne (400 – 800 mm/an), de 2 à 3 m³/ha/an en zone soudano-sahélienne (800 – 1 200 mm) et de 3 à 3,3 m³/ha/an en zone guinéenne (1 200 – 1 600 mm). Pour les savanes non protégées, ces productivités peuvent facilement être réduites de moitié ».

Partant de cette idée de CATINOT, les productivités en zones non protégées peuvent être de :

- 0,5 à 0,750 m³/ha/an sous pluviométrie 400 – 800 mm ;
- 1 à 1,5 m³/ha/an sous pluviométrie 800 – 1 200 mm ;
- 1,5 à 1,65 m³/ha/an sous pluviométrie 1 200 – 1 600 mm.

Ces valeurs cadrent parfaitement avec celles données dans le tableau III.

Tableau III. Productivité des formations végétales/localité. Bassin d'approvisionnement de Bamako.

Localités	Pluviométrie en mm	Productivité en m <sup>3</sup>	Productivité en stères	Types de formations
Tamani	650,4	0,515	1,17	sa
Kéninkou	604,6	0,502	1,15	sa
Tougouni	761,4	0,544	1,24	sa
Banamba	632,2	0,509	1,16	sa
Tienfala	828,8	0,951	2,16	fb
Nonsombougou	852,7	0,977	2,22	fb
Koula	790,8	0,911	2,07	fb
Mena	799,2	0,920	2,09	fb
Madina Sacko	645	0,513	1,17	sa
Niamina	709,6	0,530	1,20	sa
Barouéli	732,2	0,536	1,23	sa
Massantola	665,7	0,518	1,18	sa
Toukoroba	704,4	0,528	1,20	sa
Sirakola	784,7	0,904	2,05	fb
Koulikoro	790,8	0,911	2,07	fb
Béléko	832,6	0,955	2,17	fb
Sanando	753,3	0,542	1,23	sa
Kalabankoro	815,5	0,937	2,13	fb
Yanfolila	1 186,5	1,430	3,25	fb
Konobougou	786,6	0,551	1,25	sa
Kati	1 151,9	1,374	3,12	fb
Faragouanra	1 052	1,228	2,79	fb
Kourouba	928,4	1,065	2,42	fb
Banco	876	0,997	2,26	fb
Koumantou	1 052	1,227	2,79	fb
Kéléya	885	1,014	2,30	fb
Sanankoroba	841,5	0,964	2,19	fb
Sébété	442,5	0,463	1,05	sa
Massigui	895	1,026	2,33	fb
Maréna	547,3	0,488	1,11	sa
Kangaba	1 075,3	1,259	2,86	fb
Ouélessébougou	875	1,003	2,28	fb
Kita	940,7	1,080	2,45	fb
Zantiébougou	1 060,5	1,245	2,82	fb
Sanso	825,1	0,947	2,15	fb
Dioïla	836	0,959	2,18	fb
Bougouni	1 117,6	1,321	3,00	fb
Mouroudia	507,2	0,478	1,08	sa
Baguineda	828,9	0,951	2,17	fb
Kolokani	722,8	0,533	1,21	sa
Manankoro	1 269,9	1,571	3,57	fb
Garalo	1 011,5	1,171	2,66	fb
Négala	986,3	1,138	2,58	fb
Dogo	1 011,7	1,171	2,66	fb
Fana	839,2	0,962	2,18	fb
Siby	887,9	1,107	2,31	fb
Didiéni	601,4	0,501	1,14	sa
Sébékoro	943,6	1,084	2,46	fb



## Conclusion

Ce document, issu d'une analyse documentaire, permet d'apprécier avec satisfaction la productivité des peuplements naturels placés dans des conditions non protégées. Les résultats auxquels l'étude aboutit convergent beaucoup vers ceux obtenus dans des conditions similaires. Ils peuvent servir, à notre avis, d'outils efficaces à partir de paramètres (pluviométrie et recouvrement) faciles à cerner sur le terrain, pour donner une indication correcte sur la productivité des peuplements savanicoles. □

## Références bibliographiques

**ADAMOU A. et PAFCS, 1996.** Comparaison d'inventaires dans la forêt de Doukoloba.

**BAGNOUD N., 1995.** Méthodologie de production des essences locales et de gestion des formations naturelles en zone soudano-sahélienne : synthèse des résultats de recherches.

**BAGNOUD N. et THOMAS W., 1996.** Élaboration d'un plan d'aménagement simplifié des ressources sylvo-pastorales : notes méthodologiques - 20 p.

**CLÉMENT J., 1982.** Estimation des volumes et de la productivité des formations mixtes forestières et graminéennes tropicales : données concernant les pays de l'Afrique francophone au nord de l'équateur et recommandations pour la conduite de nouvelles études - 68 p.

**DOUMBIA I., 1993.** Comparaison des résultats d'inventaires 1989-1992. Cas de la forêt de Tienfala.

**ICHAOU A., 1995.** Étude de la productivité des formations forestières de brousses tigrées et de brousses diffuses : conséquences pour la gestion et la régénération de ces formations.

**JOUVANCEAU, 1961.** Les travaux de protection totale contre les feux dans les forêts classées de la région de Ségou.

**KABORÉ C. et al., 1987.** Point sur les essais coupe en taillis et date de coupe à Yabo, Bissiga, Sa et Toumousséni, quatre années après l'installation.

**MOREL J., 1979.** Contribution à l'étude des formations boisées soudaniennes en République du Mali - 44 p. + annexes.

**NOUVELLET Y., 1993.** Évolution d'un taillis de formation naturelle soudano-sahélienne au Burkina Faso. Résultats préliminaires à cinq ans - *Bois et forêts des tropiques*, n° 237.

**PARKAN J., 1986.** Bilan d'évolution des disponibilités en bois - Projet FAO.

**Projet énergie II 1991.** Énergie domestique, volet offre - Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Niamey.

**RENES G. et al., 1988.** Étude de la capacité de régénération naturelle et de la productivité des forêts naturelles au Burkina Faso.

**SANOGO S., SYLLA M. L., 1987.** Étude de la productivité des peuplements savanicoles après coupe sans protection, Faya.

**SYLLA M. L., 1994.** Détermination de la productivité du domaine de Farako par comparaison d'inventaires - Projet FAO, Sikasso.

**SYLLA M. L., 1992.** Détermination de la productivité du domaine de Kaboila par comparaison d'inventaires - Projet FAO, Sikasso.

**SYLLA M. L., 1996.** Estimation de la productivité par comparaison d'inventaires. Cas de la forêt de Koulala - Projet FORS, Ségou.

**SYLLA M. L. et Cantonnement forestier de Koutiala, 1994.** Comparaison d'inventaires : cas de la forêt de M'Pessoba.

**SYLLA M. L. et OAPF, 1996.** Estimation de la productivité par comparaison d'inventaires 1990-1996. Cas de la Faya.

**SYLLA M. L. et PAFCS, 1996.** Détermination de la productivité par comparaison d'inventaires : 1991-1996. Cas du domaine de Diaka.